

## REKAYASA BAHAN CAMPURAN BETON DAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR UNTUK PENUNJANG PRODUKSI DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH IPAL DI PT X

**Zaenal**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta

**Abstrak** -- *Green manufacturing* adalah konsep sistem produksi berkelanjutan dalam menghasilkan sebuah produk, dengan meminimalkan limbah dan polusi di dalam prosesnya. Salah satu penilaian kinerja *green manufacturing* adalah program PROPER yaitu program peringkat kinerja perusahaan oleh kementerian lingkungan hidup. PT X adalah pabrik yang memproduksi brankas atau lemari besi dan filing cabinet tahan api. Limbah yang diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah berasal dari proses painting baik dari bahan kimia proses pembersihan pengkondisian metal sebelum dicat, maupun dari material cat itu sendiri. Limbah juga datang dari sisa campuran beton yang merupakan bahan utama sebagai pengisi lemari besi. Proses pengolahan limbah menggunakan metoda fisik dan kimia agar buangan limbah memenuhi baku mutu Kawasan Industri MM2100 Bekasi. Kajian ini dilakukan untuk merekayasa campuran beton dengan memanfaatkan limbah sludge dan rekayasa instalasi air untuk memanfaatkan air limbah menjadi air penunjang proses produksi. Kajian dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer dan sekunder, pengamatan langsung ke lapangan, pengambilan dan pengujian sampel. Pembuatan sampel kubus beton dilakukan untuk substitusi sludge 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% masing-masing 3 sample untuk Uji Tekan 7 hari dan 3 sample untuk Uji Tekan 28 hari. Dari hasil pengujian di ketahui nilai kuat tekan substitusi 10 % sebesar 310 (kN), lebih besar dari nilai minimum yaitu 300 (kN) sehingga bisa di gunakan sebagai campuran beton produk. Substitusi 5% sampai dengan 20% bisa digunakan untuk ruko 5 lantai s/d jalan tol atau jalan negara.

**Kata kunci:** beton, ipal, sludge, slump test, kuat tekan

### 1. PENDAHULUAN

Limbah merupakan keluaran yang tidak bisa dihindarkan dari proses produksi di industri manufaktur. Sayangnya tidak semua industri manufaktur di Indonesia mempunyai fasilitas instalasi pengolahan limbah utamanya IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Dari industri manufaktur yang memiliki fasilitas IPAL pun belum semua memanfaatkan keluarannya untuk sesuatu yang bernilai tambah.

Limbah keluaran IPAL biasanya diberikan kepada perusahaan jasa Pengangkutan dan Pengumpulan serta Pengelolaan Limbah yang berizin sebagai *endpipe solution*. Belum banyak industri manufaktur mengelola sendiri limbah B3 hasil keluaran IPAL menjadi sesuatu yang bernilai ekonomi. Contohnya di PT X *sludge* eluaran IPAL dikirim ke industri semen dengan membayar puluhan juta setiap tahunnya.

Pengelolaan limbah merupakan salah satu bagian dari Sistem Manajemen Lingkungan. Pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup mempunyai Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan yang biasa disebut PROPER yaitu Program Peringkat Kinerja Perusahaan. Selama periode 10 tahun (2004 – 2014) berhasil mendorong ketaatan perusahaan terhadap peraturan lingkungan dari 49% menjadi 72%.

Biaya pembuangan limbah, termasuk dampak dari pembuangan limbah tersebut terhadap

pencemaran lingkungan, bisa ditekan dengan cara memanfaatkan kembali limbah tersebut, sebagai bagian dari produk dan penunjang produksi.

Berdasarkan uraian masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

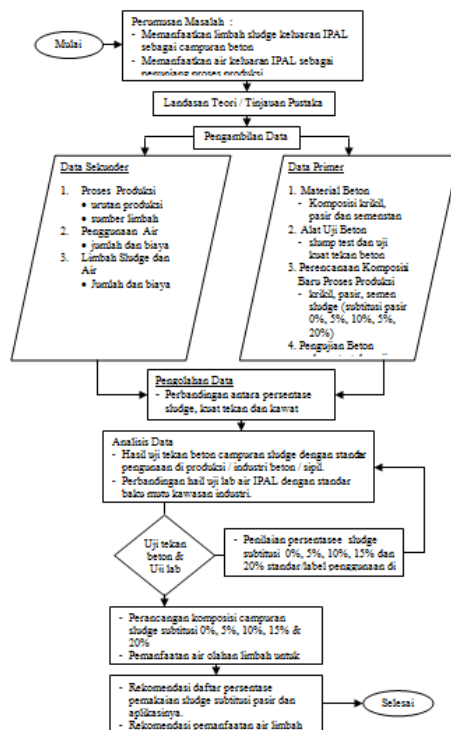
1. Bagaimana memanfaatkan limbah keluaran IPAL yaitu *sludge* menjadi bahan campuran beton.
2. Bagaimana memanfaatkan air limbah IPAL untuk menunjang proses produksi.

### 2. METODE PENELITIAN

- a. Pada penulisan tugas akhir ini penulis mengambil tempat di PT X, Kawasan Industri MM2100 bekasi, pada periode 2 Maret sampai dengan 25 Mei 2015.
- b. Pengambilan data-data produksi, pemakaian air baku industri, limbah sludge yang dihasilkan, jumlah dan biaya yang dikeluarkan.
- c. Pengamatan sumber-sumber limbah dari setiap tahapan produksi.
- d. Pengambilan data-data campuran beton standar, berat, slump test dan kekuatan uji tekan.
- e. Perancangan prosentase komposisi sludge substitusi pasir 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

- f. Pengujian slump, berat kubus dan kuat tekan beton dengan prosentase komposisi sludge substitusi pasir 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.
- g. Membandingkan hasil uji tekan beton dengan prosentase komposisi sludge substitusi pasir 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan standar kuat tekan beton di industri beton.
- h. Merekomendasikan daftar prosentase komposisi sludge substitusi pasir dan kuat tekan nya, untuk pemakaian di industri beton sesuai daftar kuat tekan kementerian PU.
- i. Merekomendasikan prosentase komposisi sludge substitusi pasir yang paling optimal sebagai beton produk pabrik.

## 2.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir

## 3. PENGUJIAN

### 3.1 Hasil Pengujian Sampel Beton

Pengujian dilakukan terhadap campuran beton dengan substitusi sludge terhadap pasir sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, masing-masing tiga sampel.

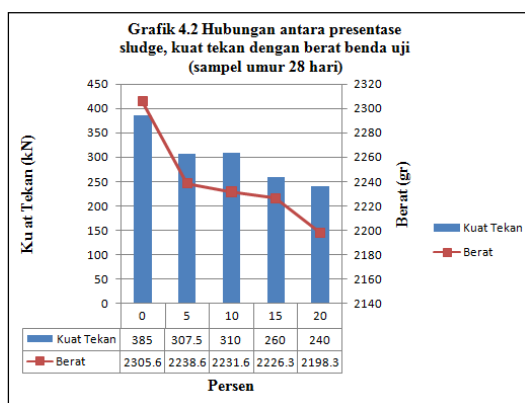
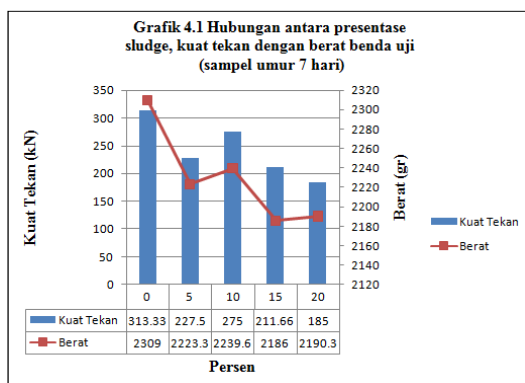
Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 7 hari

Substitusi sludge	Sampel	Slump Test (mm)	Berat (gr)	Kuat Tekan (kN)	Rata - rata berat (gr)	Rata - rata kuat tekan (kN)	Keterangan
0 %	1	118	2312	300	2309	313	
	2	117	2309	275			
	3	119	2306	365			
5 %	1	118	2208	255	2223	228	
	2	118	2244	247,5			
	3	118	2218	210			
10 %	1	120	2230	315	2240	275	
	2	120	2249	210			
	3	120	2240	300			
15 %	1	119	2180	207,5	2186	211	
	2	119	2193	195			
	3	119	2185	232,5			
20 %	1	118	2150	180	2190	185	
	2	118	2208	180			
	3	118	2213	195			

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 28 hari

Substitusi sludge	Sampel	Slump Test (mm)	Berat (gr)	Kuat Tekan (kN)	Rata - rata berat (gr)	Rata - rata kuat tekan (kN)	Keterangan
0 %	1	118	2310	390	2306	385	
	2	117	2217	390			
	3	119	2290	375			
5 %	1	118	2232	300	2239	308	
	2	118	2243	345			
	3	118	2241	277,5			
10 %	1	120	2207	225	2231	310	
	2	120	2242	360			
	3	120	2245	345			
15 %	1	119	2242	210	2226	260	
	2	119	2213	270			
	3	119	2224	300			
20 %	1	118	2214	270	2198	240	
	2	118	2209	225			
	3	118	2172	225			



Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari Klasifikasi Mutu Beton dan Penggunaanya

Substitusi	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Mutu (kg/cm <sup>2</sup> )	Klasifikasi	Penggunaanya
0 %	385	38.5	464	450	Klas P (K 450) beton untuk rigid jalan kelas 1 ( jalan tol / jalan negara ).
5 %	308	30.8	371	350	Klas B (K 350) beton untuk lantai dan bangunan pabrik / rigid jalan.
10 %	310	31	373	350	Klas B (K 350) beton untuk lantai dan bangunan pabrik / rigid jalan.
15 %	260	26	313	300	Klas K 300 untuk konstruksi bangunan ruko 3 lantai sampai dengan 5 lantai.
20 %	240	24	289	250	Klas K 250 untuk konstruksi bangunan 2 lantai, rumah tinggal.

### 3.2 Hasil Pengujian Air

Air hasil olahan IPAL di uji di labrotarium pengelola kawasan industri kawasan industri MM2100 yaitu PT. Megapolis Manunggal.

Hasil pengujian menunjukan nilai atau mutu sesuai dengan standar kawasan industri MM2100 seperti terlihat table di bawah ini

Tabel 4. Hasil Uji Lab Air Olahan IPAL

No	Parameter	Unit	Standard MM2100	Test Result
<b>Physical</b>				
1	Temperature	°C	40	33.7
2	Dissolved Solid	mg/l	4000	413
3	Suspended Solid	mg/l	400	23
<b>Chemical</b>				
1	pH		5.5 - 9.5	6.26
2	Iron (Fe)	mg/l	10	0.0192
3	Manganese (Mn)	mg/l	4	<0.003
4	Barium (Ba)	mg/l	4	0.4374
5	Copper (Cu)	mg/l	4	<0.003
6	Zinc (Zn)	mg/l	10	<0.0014
7	Chrom Hexavalent (Cr+6)	mg/l	0.2	-
8	Chrom Total (Cr)	mg/l	1	<0.005
9	Cadmium (Cd)	mg/l	0.1	<0.0012
10	Mercury (Hg)	mg/l	0.004	<0.0001
11	Lead (Pb)	mg/l	0.2	0.0123
12	Tin (Sn)	mg/l	4	<0.25
13	Arsenic (As)	mg/l	0.2	<0.15
14	Selenium (Se)	mg/l	0.1	<0.06
15	Nickel (Ni)	mg/l	0.4	0.0959
16	Cobalt (Co)	mg/l	0.8	<0.011
17	Cyanide (CN)	mg/l	0.1	0.008
18	Sulfide (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0.1	0.006
19	Fluoride (F)	mg/l	4	0.15
20	Free Chlorine (Cl <sub>2</sub> )	mg/l	2	-
21	Free Ammoniac (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	2	<0.02
22	Nitrate (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	40	0.01
23	Nitrite (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	2	0.016
24	BOD <sub>5</sub>	mg/l	200	1.8
25	COD Cr	mg/l	400	4.55
26	Surfactant Anionic as MBAS	mg/l	10	-
27	Phenol Compound	mg/l	1	-
28	Oil and Fats	mg/l	10	-
29	Radio Isotop (RI)		*)	-

### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian ada beberapa hal yang bisa disimpulkan antara lain sebagai berikut:

1. Dari pengujian berat isi beton didapat hubungan linear berbanding terbalik antara penambahan prosentase substitusi sludge dengan berat isi beton. Semakin meningkatnya prosentase substitusi sludge diiringi dengan bertambah ringan nya beton.
2. Dari pengujian tekan beton juga didapat hubungan lenear berbanding terbalik antara penambahan prosentase substitusi sludge dengan kuat tekan beton. Semakin meningkatnya prosentase substitusi sludge diiringi dengan berkurang nya kuat tekan beton.
3. Beton dengan campuran substitusi sludge 10% terhadap agregat halus/pasir mempunyai uji tekan 310 (kN), diatas standar minimal 300 (kN) sehingga bisa digunakan untuk produk.
4. Beton dengan campuran substitusi sludge 20%, 15%, 10% dan 5% memiliki kalisikasi mutu K 250 sampai dengan K 350, sehinga bisa digunakan dalam pemakaian selain produk pabrik mulai dari lantai gedung sampai dengan jalan rigid.

5. Penghematan yang bisa dilakukan dengan memakai kembali sludge/cake hasil olahan IPAL adalah lebih dari Rp 200.000.000,- per tahun.
6. Air hasil olahan IPAL bisa dimanfaatkan kembali sebagai penunjang proses produksi seperti untuk pencucian mikesr dari sisa beton untuk dipakai kembali.
7. Penghematan yang bisa dilakukan dengan memanfaatkan kembali air hasil olahan IPAL adalah Rp 80.000.000,- per tahun.
8. Penelitian dan pengujian ini bisa membantu program lingkungan berkelanjutan melalui *green manufacturing*.

Beberapa saran yang dapat diberikan mengenai pemanfaatan keluaran limbah di PT Chubb Safes Indonesia antara lain sebagai berikut:

1. Membuat instalasi pipa air sederhana, pemanfaatan air hasil limbah untuk penunjang proses produksi.
2. Melakukan penelitian dan pengujian beton lebih lanjut dengan substitusi sludge 25%, 30%, 35%, 40%, 45% dan 50% terhadap pasir. Mengingat masih ada 6 tingkatan kategori dibawah K 250 (substitusi 20%), yaitu K 225, K 200, K 175, K 150, K 125 dan K 100.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bigi, Ahmad Madza, (2011). *Industrial Wastewater Treatment Sistem*, Bekasi: PT. Gandox Jaya Chemical.
- [2]. Institut Teknologi Bandung, 2012, "*Material Beton Sebagai Bahan Bangunan*", Dapat dilihat di <http://www.ar.itb.ac.id/aswin/wp/uploads/2012/05/material-beton-sebagai-bahan-bangunan3.pdf>, (aksesterakhir: 30 Mei 2015)
- [3]. Journal of Materials in Civil Engineering, de figueirêdo Lopes Lucena, L, Thomê Juca, J., Soares, J., and Portela, M. (2014). "Potential Uses of Sewage Sludge in Highway Construction." J. Mater. Civ. Eng., 26(9), 04014051. <http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0000937>
- [4]. Neville, A, M, dan Books, J, J, (1987) *Concrete Technology*, Longman Scientific & Technical, New York.
- [5]. PEDC. Teknologi Bahan 3, Bandung.
- [6]. Purdue University, 2007. "Standard Method of Test for Slump of Hydraulic Cement Concrete" ASTM 143, Dapat dilihat di: <ftp://ftp.ecn.purdue.edu/olek/PTanikela/To%20Prof.%20Olek/ASTM%20standards/slump%20test%20C%20143.pdf>, (aksesterakhir: 30 Mei 2015)
- [7]. Siregar, S.A., 1993. "*Instalasi Pengolahan Air Limbah*", Kanisius, Jogjakart